

BAB III

DASAR TEORI

3.1. Umum

Setiap proses pengolahan bahan galian baik bijih maupun mineral industri sudah pasti melakukan proses reduksi ukuran butir (*Comminution*) sebagai bagian yang penting dari keseluruhan proses pengolahan. Proses reduksi atau pengecilan ukuran butir batuan harus dilakukan secara bertahap karena keterbatasan kemampuan alat untuk mereduksi batuan berukuran besar dari hasil peledakan sampai menjadi butiran-butiran kecil seperti yang dikehendaki. Proses peremukan dilakukan melalui beberapa tahap yaitu:

1. Primer (*primary crushing*),
2. Sekunder (*secondary crushing*)
3. Tersier (*tertiary crushing*).

Menurut *Hukkie* (1962) tahapan dasar dari reduksi ukuran butir batuan adalah seperti pada Tabel 3.1

Tabel 3.1
Klasifikasi Tahapan Dasar Reduksi Ukuran Butir (*Hukkie* 1962).

TAHAPAN UKURAN BUTIRAN	UKURAN TERBESAR	UKURAN TERKECIL
Hasil Peledakan	Tak Terbatas	1 m
Peremukan Primer	1 m	100 mm
Peremukan Sekunder	100 mm	10 mm
Grinding Kasar	10 mm	1 mm
Grinding Halus	1 mm	100 μ
Grinding Sangat Halus	100 μ	10 μ
Grinding Ultra Halus	10 μ	1 μ

Pada unit kegiatan penambangan pasir di PT. Nyalindung pengolahan bahan galian tidak melalui proses *Comminution*, pengolahan bahan galian lebih terfokus pada tahapan *Sizing*/penyeragaman ukuran dengan menggunakan alat pengayakan/*screening*.

Pengayakan adalah proses pemisahan secara mekanik berdasarkan perbedaan ukuran partikel, dimana material yang lolos dalam proses pemisahan akan melalui tahap pemasaran, sedangkan material yang tertahan pada saringan akan terpisah dan kembali dilakukan proses pengayakan sehingga kuantitas bahan galian lebih optimal. Proses pengayakan biasanya dipakai dalam skala industri karena jumlah bahan galian yang melimpah dan permintaan pasar yang besar sehingga menuntut perusahaan untuk dapat memenuhi permintaan pasar.

3.2 Pengolahan Bahan Galian

Pengolahan bahan galian (*mineral beneficiation/mineral processing/mineral dressing*) adalah suatu proses pengolahan dengan memanfaatkan perbedaan-perbedaan sifat fisik dan kimia dari material bahan galian yang berguna untuk memperoleh hasil bahan galian yang ekonomis. Dalam prosesnya bahan galian harus melalui beberapa tahapan dimulai dari *Comminution*, *Sizing*, *Consentration*, dan *Dewatering*. (Taggart, A.F 1956).

Menurut Taggart, A.F (1956) dalam bukunya "*Handbook of Mineral Dressing*" Endapan bahan galian yang ditemukan tidak selalu mempunyai mutu atau kualitas mineral yang tinggi dan siap untuk olah atau dimanfaatkan. Oleh sebab itu bahan galian tersebut perlu menjalani pengolahan bahan galian (PBG) agar mutu atau

kualitasnya dapat ditingkatkan sampai memenuhi kriteria pemasaran atau peleburan.

Keuntungan yang bisa diperoleh dari proses PBG tersebut antara lain adalah :

- a. Mengurangi ongkos angkut.
- b. Mengurangi ongkos peleburan.
- c. Mengurangi kehilangan bahan galian (*material losses*) pada saat peleburan.
- d. Proses pemisahan (pengolahan) secara fisik jauh lebih sederhana dan menguntungkan daripada proses pemisahan secara kimia.

3.2.1 Kominusi (*Comminution*)

Comminution adalah proses pengecilan ukuran. Proses pengecilan ukuran dilakukan untuk tujuan tertentu. Tujuan tersebut antara lain : (*Diktat PBG, 2010*)

- a. Membebaskan / meliberasi (*to liberate*) mineral berharga dari material pengotornya.
- b. Menghasilkan ukuran dan bentuk partikel yang sesuai dengan kebutuhan pada proses berikutnya.
- c. Memperluas permukaan partikel agar dapat mempercepat kontak dengan zat lain, misalnya reagen flotasi.

Tujuan ini dapat dicapai dengan cara kominusi yang dilakukan secara bertahap, ukuran mineral tersebut diperkecil sehingga partikel mineral pengotor dapat dipisahkan dengan metoda yang ada. Tahapan awal dari kominusi adalah agar material yang baru digali akan lebih mudah ditangani oleh alat gali, alat muat dan alat angkut, dalam hal sebagai produk kuari tujuannya adalah menghasilkan material dengan ukuran yang diinginkan.

3.2.2 Sizing

Sizing atau penyeragam ukuran butir adalah proses penyamarataan ukuran dalam ayakan sesuai dengan ukuran yang dikehendaki sehingga ukuran partikel menjadi homogen. Semakin besar ukuran mesh pada ayakan maka semakin kecil ukuran diameter partikel yang dapat lolos. Semakin kecil ukuran mesh pada ayakan maka semakin besar partikel yang tertahan pada ayakan. Semakin lama pengayakan maka akan didapatkan produk akhir yang semakin besar.

3.2.2.1 Pengayakan (*Screening*)

Pengertian Pengayakan adalah proses pemisahan secara mekanik berdasarkan perbedaan ukuran partikel. Pengayakan dipakai dalam skala industri, sedangkan penyaringan dipakai untuk skala laboratorium. Hasil dari proses pengayakan yaitu :

- Ukuran lebih besar daripada ukuran lubang-lubang ayakan (*oversize*).
- Ukuran yang lebih kecil daripada ukuran lubang-lubang ayakan (*undersize*).

Dalam proses industri, biasanya digunakan material yang berukuran tertentu dan seragam. Untuk memperoleh ukuran yang seragam, maka perlu dilakukan pengayakan. Pada proses pengayakan zat padat itu dijatuhkan atau dilemparkan ke permukaan pengayak. Partikel yang dibawah ukuran atau yang kecil (*undersize*), atau halus (*finer*) akan lolos melewati permukaan ayakan, sedangkan yang zat pada yang memiliki partikel atas ukuran atau yang besar (*oversize*) akan tertahan pada permukaan ayakan. Pengayakan seharusnya dilakukan dalam keadaan kering agar hasil yang diperoleh lebih optimal (McCabe, 1999). Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pengayakan, yaitu:

1. Jenis ayakan
2. Cara pengayakan
3. Kecepatan pengayakan
4. Ukuran ayakan
5. Waktu pengayakan
6. Sifat bahan yang akan diayak

3.2.2.2 Jenis Ayakan

Dalam skala industri khususnya dalam industri pertambangan proses penyeragaman ukuran menggunakan alat *screening* yang sesuai dengan jenis material dan kebutuhan dari produksi itu sendiri. Berikut beberapa jenis ayakan yang sering digunakan antara lain :

1. *Grizzly*, merupakan jenis ayakan statis, dimana material yang akan diayak mengikuti aliran pada posisi kemiringan tertentu.

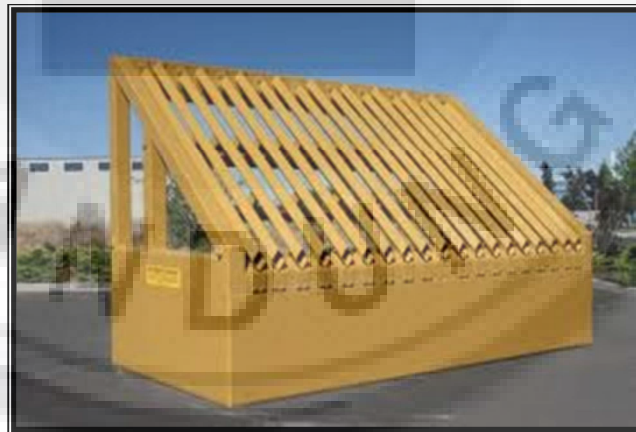


Foto 3.1 Grizzly Screen

Sumber : foto.google.com diakses pada 12-06-2014

2. Vibrating screen, ayakan dinamis dengan permukaan horizontal dan miring digerakkan pada frekuensi 1000 sampai 7000 Hz. Ayakan jenis ini

mempunyai kapasitas tinggi, dengan efisiensi pemisahan yang baik, yang digunakan untuk range yang luas dari ukuran partikel



Foto 3.2 Vibrating Screen

Sumber : dokumentasi lapangan 2014

3. *Oscillating screen*, ayakan dinamis pada frekuensi yang lebih rendah dari vibrating screen (100-400 Hz) dengan waktu yang lebih lama.



Foto 3.3 Oscillating screen

Sumber : foto.google.com diakses pada 12-06-2014

4. *Reciprocating screen*, ayakan dinamis dengan gerakan menggoyang, pukulan yang panjang (20-200 Hz). Digunakan untuk pemindahan dengan pemisahan ukuran.



Foto 3.4 Reciprocating screen

Sumber : foto.google.com diakses pada 12-06-2014

5. *Shifting screen*, ayakan dinamis dioperasikan dengan gerakan memutar dalam bidang permukaan ayakan. Gerakan actual dapat berupa putaran, atau getaran memutar. Digunakan untuk pengayakan material basah atau kering.

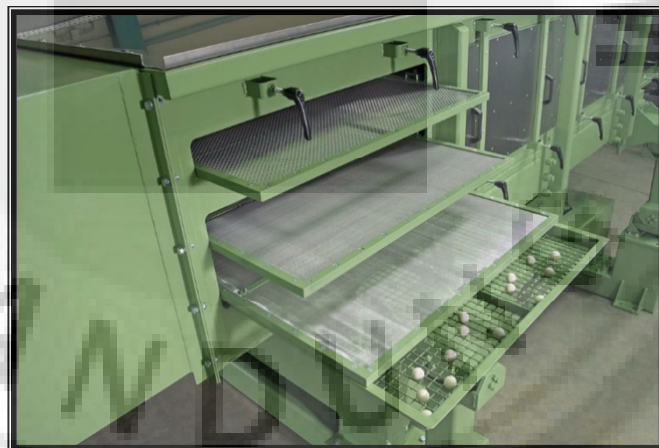


Foto 3.5 Shifting screen

Sumber : foto.google.com diakses pada 12-06-2014

6. *Revolving screen*, ayakan dinamis dengan posisi miring, berotasi pada kecepatan rendah (10-20 rpm). Digunakan untuk pengayakan basah dari material-material yang relatif kasar, tetapi memiliki pemindahan yang besar dengan vibrating screen.



Foto 3.6 Revolving screen

Sumber : foto.google.com diakses pada 12-06-2014

3.2.2.3 Jenis dan Operasi Screen

Pada tabel di bawah dijelaskan mengenai pengoprasian ayakan dan jenis ayakan yang digunakan.

Tabel 3.2
Jenis Operasi Screen*)

Operasi	Jenis Screen
1. <i>Scalping</i> Pemisahan sejumlah kecil <i>oversize</i> dari suatu material halus	<i>Grizzly</i> : untuk ukuran kasar
2. <i>Separation</i> - Kasar, pemisahan + 4,75 mm - <i>Intermediate</i> , pemisahan – 4,75 mm + 425 μ m - Halus (<i>fine</i>), pemisahan – 425 μ m	- <i>Vibrating Screen</i> , dipasang horisontal atau miring - <i>Vibrating Screen, Centrifugal screen, High Speed</i> - <i>High Speed, Centrifugal Screen</i> <i>Vibrating Screen</i>
3. <i>Dewatering</i> Pengeluaran air bebas dari suatu lumpur. Umumnya partikel berukuran + 4,75 mm	<i>Horizonttal vibrating</i> , dipasang miring 10. <i>Centrifugal Screen</i>
4. <i>Trash Removal</i> Pengeluaran benda asing dari suatu material	<i>Vibrating Screen</i> , horizontal atau miring
5. Penggunaan lain <i>Desliming, Conveying, Recovery</i> material	<i>Vibrating Screen</i> , horizontal atau miring <i>Osicillating</i> dan <i>Centrifugal Screen</i>

Diktat Penggunaan dan Pengawasan Crushing Plant*)

3.3 *Vibrating Screen*

Vibrating Screen adalah alat yang digunakan untuk memisahkan ukuran material hasil proses peremukan berdasarkan besarnya ukuran dari lubang bukaan (*opening*) pada ayakan yang dinyatakan dengan satuan milimeter (mm) atau dapat juga dinyatakan dengan satuan *mesh*. Pengertian satuan *mesh* adalah ukuran lubang saringan yang dinyatakan dengan banyaknya lubang saringan untuk panjang 1 inci linier. Jadi untuk panjang 1 inci terdapat lubang saringan yang sama jumlahnya dengan banyaknya *mesh* yang disebutkan. Contoh, saringan berukuran 30 mesh, berarti pada panjang 1 inci linier terdapat 30 lubang saringan dan 30 kawat saringan, sehingga ukuran lubang saringan adalah 0,077 mm. Terdapat beberapa macam standar saringan yang digunakan menyatakan ukuran partikel, yaitu : Standar Tyler, Standar ASTM, standar Cnadian 8-GP-1d, Standar British BS-410-62, Standar French AFNOR X-11-501, standar German DIN 4188 dan Standar JIS. Beberapa faktor lain yang mempengaruhi proses pengayakan (*screening*) diantaranya adalah :

- Lamanya waktu pengayakan
- Banyaknya material halus dalam umpan
- Kandungan air dalam material
- Kemiringan pengayakan
- Frekwensi getaran pada ayakan

Selain itu untuk mengetahui efisiensi ayakan diperoleh dari perbandingan antara berat material (*undersize*) yang benar-benar lolos ayakan dengan berat material (*oversize*) yang seharusnya lolos ayakan, harus memperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi ayakan getar diantaranya :

- Persen (%) ukuran bukaan ayakan.

Bila persen (%) lubang ayakan yang terbuka kecil karena tertutup oleh material yang mempunyai ukuran sama dengan ukuran lubang bukaan maka efisiensi ayakan akan turun. Sebaliknya semakin besar diameter lubang bukaan ayakan semakin banyak material yang lolos.

- Ukuran partikel.

Material yang mempunyai diameter sama akan memiliki kecepatan dan kesempatan masuk yang berbeda bila posisinya berbeda, yaitu satu melintang dan lainnya membujur.

- Kandungan air.

Semakin kecil kandungan air pada material maka material tersebut akan semakin mudah lolos. Material dengan kandungan air yang tinggi akan menimbulkan sifat lengket sehingga akan mengurangi efisiensi daripada ayakan, karena material lengket akan menutupi lubang bukaan ayakan.

Prinsip kinerja *vibrating screen* adalah permukaan saringan dibuat bergetar dengan amplitudo kecil dan frekwensi tinggi. Adanya getaran ini akan membantu material terangkat dan bergerak diatas permukaan saringan. Kemiringan saringan dibuat 0° - 35° dengan kecepatan getaran 600 – 3600 rpm dan amplitudo 1 – 1/16 inci. Ukuran yang dapat disaring adalah 25 cm – 5cm. Adapun faktor yang mempengaruhi kinerja ayakan:

- a. Dari segi material yang diayak yaitu terdiri dari bentuk material, jumlah dari “undersize” dan “oversize” yang terdapat dalam umpan dan kandungan air pada material.

- b. Dari segi tipe ayakan dan operasi adalah panjang dan lebar ayakan, amplitudo dan frekwensi getaran, arah dorongan getaran laju pengumpan, rata-rata material diatas ayakan, dan sudut jatuhnya material diatas ayakan.
- c. Dari segi ayakan adalah mesin ayakan, persentase lubang yang terbuka, bentuk lubang ayakan, korosi atau rusaknya lubang ayakan dan juga tata cara pemasangan ayakan pada alat. A.M.Gaudin, (1979) *“Principles of Mineral Dressing”*

3.3.1 Effisiensi *Vibrating screen*

Banyaknya material yang lolos pada ukuran *screen* tertentu yang biasanya dinyatakan dalam persen (%)

$$Eff\ vibrating\ screen = \frac{\text{Berat produk yang lolos ayakan}}{\text{Berat produk yang seharusnya lolos ayakan}} \times 100\% \dots\dots\dots (3.1)$$

3.3.2 Kapasitas *Vibrating screen*

Kapasitas dari Screen dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut (*“Jurnal Penelitian Pengolahan Batu Andesit” Puji Antoro , 2003*) :

$$T_A = Q \times D \times K \times w \times V \times H \dots\dots\dots(3.2)$$

dimana :

T_A = Kapasitas total

Q = Kapasitas *Vibrating Screen* per m^2 luas area (ton/ m^2 /jam)

D = *Deck location factor*

K = Kandungan air

w = Berat jenis material

V = Oversize factor

H = HalFSIZE factor

Tabel 3.3
Faktor K , w dan D pada Vibrating Screen

Faktor Kondisi Material, K			
Material kering dari quarry, kandungan air $< 4 \%$			1.00
Material kering gravel, kandungan air $< 6 \%$			1.25
Pengayakan basah, dengan semprotan air, material <1 in			1.25
Material dari tambang bawah tanah, material basah			0.75 – 0.85
Faktor Berat Material, w			
Batubara			0.65
Material dengan bobot isi 50 kg/m^3			0.50
material dengan bobot isi 100 kg/m^3			1.00
Faktor Letak Deck, D			
Letak deck	First deck	Second deck	Third deck
D	1.00	0.90	0.75 – 0.80

(“Jurnal Penelitian Pengolahan Batu Andesit” Puji Antoro , 2003)

Tabel 3.4
Faktor *V* dan *H* pada *Vibrating Screen*

% <i>oversize</i> pada <i>feed</i>	Faktor <i>oversize</i>	Faktor <i>halfsize</i>
0	0.91	0.20
5	0.92	0.30
10	0.94	0.40
15	0.95	0.50
20	0.97	0.60
25	1.00	0.70
30	1.03	0.80
35	1.06	0.90
40	1.09	1.00
45	1.13	1.10
50	1.18	1.20
55	1.25	1.30
60	1.32	1.40
65	1.42	1.50
70	1.55	1.60
75	1.75	1.70
80	2.00	1.80
80	2.65	1.90
90	3.36	2.00

(“*Jurnal Penelitian Pengolahan Batu Andesit*” Puji Antoro , 2003)

3.4 Produksi Alat Muat (Exavator)

Pengamatan terhadap gerakan dan waktu pemuatan alat muat meliputi berapa bagian, yaitu :

- Waktu menggali (*digging time*)

Waktu menggali dihitung dari mulai bucket alat muat menyentuh permukaan tanah yang siap untuk menggali dan berakhir saat bucket dari alat muat terisi.

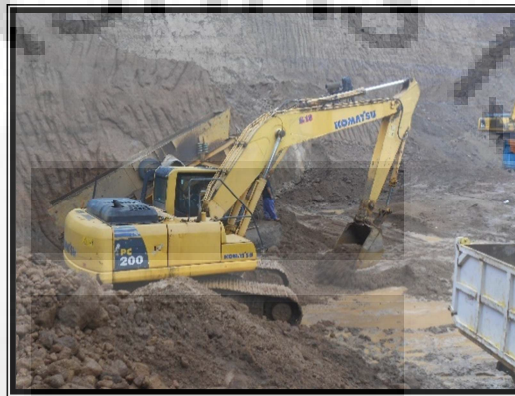


Foto 3.7 Kondisi Backhoe Waktu Menggali

Sumber : Dokumentasi Lapangan 2014

- Waktu putar/isi (*swing time/loaded*)

Waktu berputar dihitung saat bucket terisi material yang akan di tumpahkan pada *vibrating screen*



Foto 3.8 Kondisi Backhoe Waktu Putar

Sumber : Dokumentasi Lapangan 2014

- Waktu pengosongan/tumpah (*dumping time*)

Waktu pengosongan dihitung saat bucket dari alat muat mulai menumpahkan muatannya kedalam *Vibrating screen* hingga material pada bucket kosong.



Foto 3.9 Kondisi Backhoe Waktu Tumpah

Sumber : Dokumentasi Lapangan 2014

- Waktu putar/kosong (*swing time/empty*)

Waktu putar dihitung saat bucket dalam keadaan kosong hingga posisi bucket dari alat muat kembali dan siap untuk melakukan penggalian.

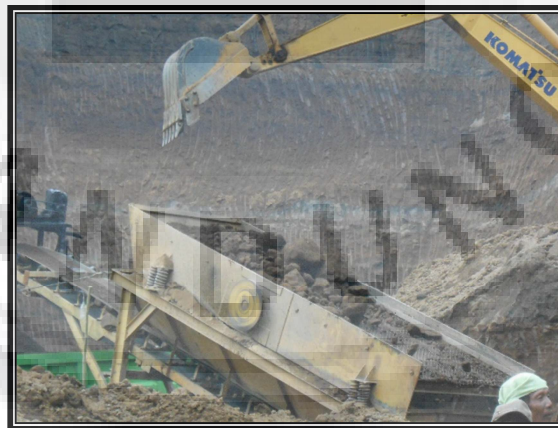


Foto 3.10 Kondisi Backhoe Waktu Kosong

Sumber : Dokumentasi Lapangan 2014

Untuk menghitung kemampuan produksi alat muat, dalam hal ini backhoe, digunakan persamaan :

$$P = \frac{q \times 3600 \times \text{Eff kerja} \times \rho}{CT} \dots\dots\dots(3.3)$$

Dimana :

P = Kemampuan Produksi alat, (ton/jam)

CT = *Cycle Time*, (Detik)

Eff = Efisiensi kerja operator, (%)

ρ = Density pasir, (ton/m³)

q = Produksi percycle = $q' \times K$

q' = Kapasitas Bucket (m³)

K = Faktor Bucket

3.5 Belt Conveyor



Foto 3.11 Belt Conveyor

Sumber : Dokumentasi Lapangan 2014

Belt conveyor merupakan salah satu alat angkut yang dapat bekerja secara berkesinambungan (*continuous transportation*) baik pada keadaan miring maupun mendatar. Bagian-bagian terpenting dari belt conveyor adalah :

- a) *Belt*, fungsinya adalah untuk membawa material yang diangkut.
- b) *Idler*, fungsinya untuk menahan atau menyangga *belt*
- c) *Centering device*, untuk mencegah agar *belt* tidak meleset dari *rollernya*.
- d) Unit penggerak, pada *belt conveyor* tenaga gerak dipindahkan ke *belt* oleh adanya gesekan antara *belt* dengan pulley penggerak (*drive pulley*) karena *belt* melekat pada sekeliling *pulley* yang diputar oleh motor.
- e) Pemberat (*take-ups or counter weight*), yaitu komponen untuk mengatur tegangan *belt*, dan untuk mencegah terjadinya selip antara *belt* dan *pulley* penggerak, karena bertambah panjangnya *belt*.

- f) *Bending the belt*, adalah alat yang digunakan untuk melengkungkan *belt* yang terdiri dari *pulley* terakhir atau pertengahan, susunan *roller-roller*, beban dan adanya sifat kelenturan *belt*.
- g) Pengumpan, adalah alat untuk pemuatan material keatas *belt* dengan kecepatan yang teratur.
- h) *Trippers*, adalah alat untuk menumpahkan muatan disuatu tempat tertentu, karena kadang-kadang muatan harus dicurahkan di beberapa tempat yang berbeda dan bukan diujung *belt*.
- i) Pembersih *belt*, adalah alat yang dipasang dibagian ujung bawah *belt* agar material tidak melekat pada *belt* balik (*return belt*).
- j) *Skirts*, adalah semacam sekat yang dipasang dikiri dan kanan *belt* pada tempat pemuatan yang terbuat dari logam atau kayu. Guna alat ini adalah untuk mencegah terjadinya ceceran-ceceran material.
- k) *Holdback*, adalah suatu alat untuk mencegah agar *belt conveyor* yang membawa muatan keatas tidak berputar kembali ke bawah jika motor penggerak tiba-tiba rusak.
- l) Kerangka, adalah konstruksi baja yang menyangga seluruh susunan *belt conveyor*.
- m) Motor penggerak, adalah alat yang digunakan untuk memutar atau menggerakkan *pulley*. Biasanya digunakan motor listrik.

Produksi atau jumlah material yang dapat diangkut oleh *belt conveyor* tergantung dari :

- a) Lebar *belt*
- b) Kecepatan *belt*
- c) Sudut *roller* atau *idler* terhadap bidang datar
- d) *Angle of surcharge* dari benda yang diangkut
- e) Kerapatan material (*density*)
- f) Sudut kemiringan *belt conveyor*

Dalam menghitung kapasitas *belt conveyor* harus ditentukan luas penampang melintang diatas *belt conveyor*, yaitu :

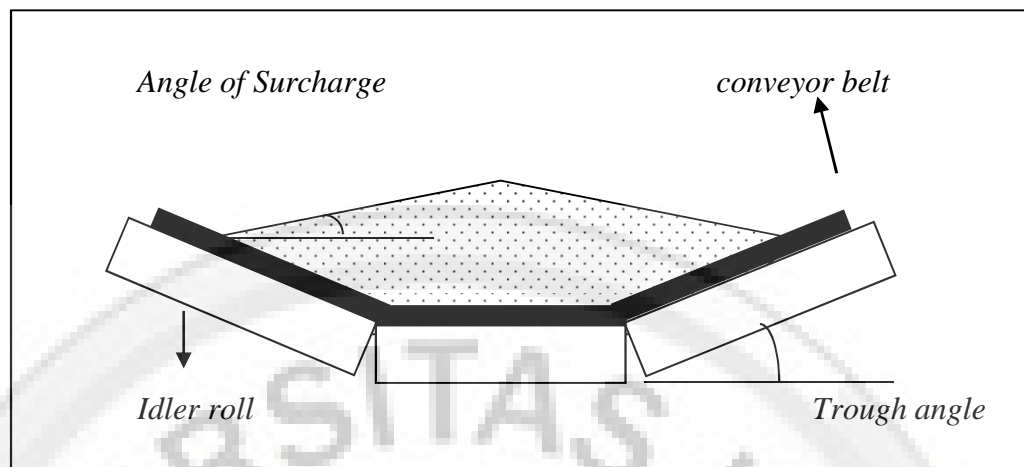
$$A = K (0,9 b - 0,5)^2 \dots\dots\dots (3.4)$$

Dimana :

A = Luas penampang melintang muatan diatas *belt conveyor*, m²

k = Koefisien dari luas penampang melintang diatas *belt* yang besarnya tergantung dari harga *trough angle* dan *surcharge Angle*.

b = Lebar *belt conveyor*, m²



Gambar 3.1
Penampang melintang *Belt Conveyor*

Setelah luas penampang diketahui maka kapasitas *belt conveyor* dapat ditentukan dengan menggunakan rumus :

$$Q_t = 3600 \times A \times V \times B_j \dots\dots\dots(3.5)$$

dimana :

Q_t = Kapasitas *belt conveyor*, ton/jam

A = Luas penampang melintang muatan, m^2

V = Kecepatan *belt conveyor*, m/ detik

B_j = Bobot isi material yang diangkut, ton/jam

Tabel 3.5
Koefisien Luas Penampang Melintang Belt Conveyor

Trough Angle (derajat)	<i>Surcharge Angle</i> (derajat)		
	10	20	30
0	0.0295	0.0591	0.0906
10	0.0649	0.0945	0.1253
15	0.0817	0.1106	0.1408
20	0.0963	0.1245	0.1538
25	0.1113	0.1318	0.1661
30	0.1232	0.1488	0.1754
35	0.1348	0.1588	0.1837
40	0.1426	0.1649	0.1882
45	1.0500	0.1704	0.1916

**Partanto, Pemindahan Tanah Mekanis)*

Tabel 3.6
Koefisien Pengaruh Kemiringan Belt Conveyor

<i>Kemiringan Belt Conveyor</i> (derajat)	<i>Diminishing Coefficient</i>
2	1.00
4	0.99
6	0.98
8	0.97
10	0.95
12	0.93
14	0.91
16	0.89
18	0.85
20	0.81
21	0.78
22	0.76
23	0.73

**Partanto, Pemindahan Tanah Mekanis)*

3.6 Ketersediaan Alat *Vibrating Screen*

Penilaian ketersediaan alat peremuk adalah pengertian yang dapat menunjukkan keadaan mekanis alat tersebut dan efektifitas penggunaan yang menyatakan apakah jam kerja alat tersebut selalu tercapai sesuai harapan yang direncanakan atau malah sebaliknya. Beberapa penilaian tersebut adalah :

a. *Mechanical Availability*

Merupakan suatu cara untuk mengetahui kondisi peralatan yang sesungguhnya dari alat yang sedang dipergunakan, dinyatakan dengan rumus :

$$MA = \frac{W}{W + R} \times 100\% \dots\dots\dots (3.6)$$

Dimana :

MA = *Mechanical availability index*

W = Jumlah jam kerja, yaitu waktu yang dibebankan kepada suatu alat yang dalam kondisi dapat dioperasikan, artinya tidak rusak. Waktu ini meliputi pula tiap hambatan.

R = Jumlah jam untuk perbaikan, yaitu waktu untuk perbaikan dan waktu yang hilang karena menunggu. Saat perbaikan termasuk juga waktu untuk penyediaan suku cadang serta waktu peralatan preventif.

b. *Physical Availability (PA)*

Adalah berguna untuk menunjukkan ketersediaan keadaan fisik alat yang sedang digunakan.

$$PA = \frac{W+S}{W+R+S} \times 100\% \dots\dots\dots (3.7)$$

Dimana :

S = *Stop time*, Jumlah jam alat tidak dapat digunakan tapi tidak mengalami kerusakan

W = *Working hour*, adalah waktu atau jam kerja yang tersedia

R = *Rest time*, adalah waktu atau jam istirahat yang tersedia

c. *Use of Availability (UA)*

Menunjukkan persen waktu yang digunakan alat untuk beroperasi pada saat alat dapat digunakan.

$$UA = \frac{W}{W+S} \times 100\% \dots\dots\dots (3.8)$$

Dimana :

UA = Memperlihatkan efektivitas alat yang tidak sedang rusak dan dapat dimanfaatkan.

d. *Effektive Utilization (Eut)*

Cara menunjukkan berapa persen seluruh waktu kerja yang dapat dimanfaatkan untuk kerja produktif.

$$Eut = \frac{W}{W+R+S} \times 100\% \dots\dots\dots (3.9)$$

e. *Efektifitas Penggunaan*

Untuk mengetahui tingkat penggunaan alat pengayak dan kemampuan yang bisa dicapai.

$$E_p = \frac{\text{Kapasitas nyata}}{\text{Kapasitas desain}} \times 100\% \dots\dots\dots (3.10)$$

f. *Waktu Produksi Efektif*

Perbandingan antara waktu produksi sesungguhnya dengan waktu produksi seharusnya.

$$P_e = \frac{\text{Waktu nyata}}{\text{Waktu desain}} \times 100\% \dots\dots\dots (3.11)$$

g. *Produktivity*

Produktivity merupakan seberapa besar hasil produksi yang diperoleh didalam proses produksi. *Produktivity* dapat diartikan juga sebagai suatu ukuran atas penggunaan sumber daya alam suatu organisasi yang biasanya dinyatakan sebagai rasio dari keluaran yang dicapai dengan sumberdaya yang digunakan. Dengan kata lain produktivity dapat dikatakan bahwa pengertian *produktivity* memiliki dua dimensi, yakni efektivitas dan efisiensi. Dimensi pertama berkaitan dengan pencapaian target yang berkaitan dengan kualitas, kuantitas dan waktu. Sedangkan dimensi kedua berkaitan dengan upaya membandingkan masukan dengan realisasi penggunaannya atau bagaimana pekerjaan tersebut dilaksanakan.

Untuk mencari nilai produktivity adalah menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\textbf{Produktivity} = \frac{W}{\textbf{Produksi}} \dots\dots\dots (3.12)$$

Dimana :

W = *Working hour*, adalah waktu atau jam kerja yang tersedia

h. *Perhitungan Jumlah Produksi*

Suatu perencanaan produksi tambang atau disebut juga sebagai produktivitas dinyatakan dalam periode waktu (harian, mingguan, bulanan, tahunan), cadangan tonase bijih, kadar, dan pemindahan material total yang akan dihasilkan oleh tambang tersebut. Rumus yang digunakan untuk menghitung jumlah produksi adalah sebagai berikut :

$$Q = N \times PA \times UA \times \text{Produktivitas} \times \text{schedule hours} \dots\dots\dots(3.13)$$

Dimana :

N = Banyaknya jumlah unit yang dipergunakan

PA = *Physical Availability* (PA), Merupakan faktor *availability* yang menunjukkan berapa persen kesiapan suatu alat dipakai selama jam total kerjanya (*scheduled hours*). Jam total kerja meliputi *working hours* + *repair hour* + *standby hours*. Atau dapat juga diartikan sebagai catatan mengenai keadaan fisik dari alat yang dipergunakan.

UA = *Use of Availability* (UA), Menyatakan berapa persen waktu yang dipergunakan oleh suatu alat untuk beroperasi pada saat alat tersebut dapat dipergunakan. Nilai parameter ini biasanya dapat memperlihatkan seberapa efektif suatu alat yang sedang tidak rusak dapat dimanfaatkan.

Schedule Hours = Adalah jumlah jam kerja atau waktu dalam hitungan hari.

$$\boxed{\text{Schedule Hours} = \text{Waktu Kerja} - \text{Waktu Tersedia}} \dots\dots\dots(3.14)$$

Productivity = Adalah suatu nilai yang didapatkan dari perbandingan jam kerja efektif dengan total produksi dari alat.

